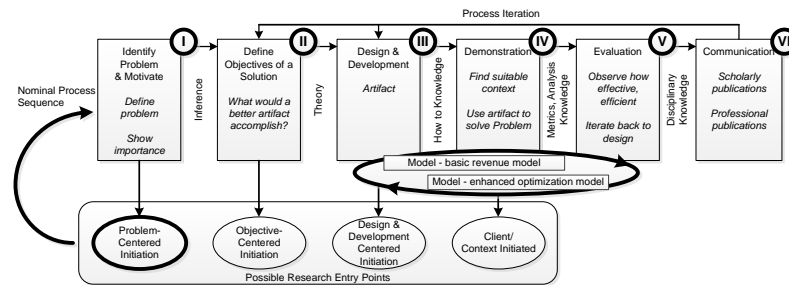


## Revenue Model for Virtual Clusters within Smart Grids

André Voß<sup>2</sup>, André Koukal<sup>3</sup>,  
und Michael H. Breitner<sup>4</sup>



Energy output compared to average	Generated energy [kWh]	LCOE <sub>short</sub> [€/kWh]	Weighted costs [€]
0%	0	-	-
10%	14.04	0.5841	-4,13
20%	28.08	0.2920	-0,06
30%	42.12	0.1947	4,02
40%	56.16	0.1460	8,09
50%	70.20	0.1168	12,16
60%	84.24	0.0973	16,23
70%	98.28	0.0834	20,30
80%	112.32	0.0730	24,37
90%	126.36	0.0649	28,44
100%	140.40	0.0584	32,52
110%	154.44	0.0531	36,59
120%	168.48	0.0487	40,66
130%	182.52	0.0449	44,73
140%	196.46	0.0417	48,80
150%	210.60	0.0389	52,87

<sup>1</sup> Kopien oder eine PDF-Datei sind auf Anfrage erhältlich: Institut für Wirtschaftsinformatik, Leibniz Universität Hannover, Königsworther Platz 1, 30167 Hannover ([www.iwi.uni-hannover.de](http://www.iwi.uni-hannover.de)).

<sup>2</sup> Student der Wirtschaftswissenschaften an der Leibniz Universität Hannover ([andrevoss@gmx.de](mailto:andrevoss@gmx.de))

<sup>3</sup> Doktorand, Institut für Wirtschaftsinformatik ([koukal@iwi.uni-hannover.de](mailto:koukal@iwi.uni-hannover.de))

<sup>4</sup> Professor für Wirtschaftsinformatik und Betriebswirtschaftslehre und Direktor des Instituts für Wirtschaftsinformatik ([breitner@iwi.uni-hannover.de](mailto:breitner@iwi.uni-hannover.de))

## Abstract

The concept of smart grids and virtual clusters become more and more significant in regard of the energy transition of the German and the European network. Obviously, the market entrance barriers for such a system are enormously high. Not least the investment costs for an implementation of the necessary structures are one of the most relevant impediments. It is important to have a possibility to quantify the cost-benefit structure of virtual clusters. In this paper a dynamic optimization model is designed and tested to answer the question of the profitability potentials of virtual clusters in a regional context within a low voltage network. Additionally, different extension possibilities are considered.

## 1 Introduction

The energy market in Europe and in Germany is within a phase of change. The European Union (EU) declared in December 2008 the climate and energy package, the so called 20-20-20 targets, with the goal to become a highly energy efficient economy with a low carbon emission. The first key objective which shall be reached in 2020 is a 20% reduction of the carbon dioxide-emissions from the respective 1990 levels of the single EU member states. Furthermore, the energy supply provided by renewable energy resources shall cover 20% of the total energy consumption within the EU. Moreover, the energy efficiency of all member states of the EU shall be improved by 20%.

One idea to achieve these targets is the prospective use of an intelligent distribution and allocation grid, the so called Smart Grid, and the related implementation of virtual power plants to generate decentralized electricity. Simultaneously the usage of renewable energy is increased. At the low-voltage-area, also called the local level, the focus lies especially on the participation of small-scaled users and producers of electric energy and their roles within a Smart Grid. The question is whether the German electricity market can be changed and Smart Grids can be implemented successfully.

The topic of this paper is the creation of a revenue model for virtual clusters at the local level. The focus lies on the profitability for the participants. First a general equation system will be developed, to create a possibility to calculate different configurations of renewable electricity systems and their revenue potentials. Later an example calculation will be done to show how the model works and to evaluate the revenue potential of the configuration example. With the help of these results it shall be evaluated up to what extent the idea of Smart Grids is fit for the future from the benefit perspective for small-scaled electricity providers. Furthermore limitations and expand possibilities of the developed model will be analyzed and proposed. We address the following research questions:

*(RQ 1) Does a specific virtual cluster at the low-voltage area have the potential to create revenues?*

*(RQ 2) How can these revenues be quantified?*

The remainder of this paper is structured as follows: first, the research background is addressed, including foundations, related work, and research design. In the third section a revenue model is developed. The implemented model is presented and a formal and verbal description of the underlying model and its conditions as well its parameters and variable are given and explained. Section four includes a sample calculation. In section five, the results are discussed, and the theoretical and practical recommendations, as well as limitations are provided. The paper ends with a short conclusion and an outlook.

## 7 Literatur

- [1] Agentur für erneuerbare Energien (2009): Branchenprognose 2020 - Ausbau der Windenergie. <http://www.unendlich-viel-energie.de/de/windenergie/detailansicht/article/48/branchenprognose2020-ausbau-der-windenergie.html>. Abgerufen am 30.08.2013
- [2] Berk, J; Demarzo, P; (2007): Corporate Finance. Pearson Education.
- [3] Brocke, JV; Watson, RT; Dwyer, C; Elliot, S; Melville, N (2012): Green Information Systems: Directives for the IS Discipline. In: ICIS 2012 Proceedings.
- [4] Deutsche Energieagentur (dena) (2011): Prognose: Strompreisentwicklung steiler Anstieg auf 0,29€/kWh. <http://www.preisentwicklung.eu/2011/12/prognose-strompreisentwicklung-steiler.html>. Abgerufen am 24.08.2013.
- [5] Faruqui, A; Harris, D; Hledik, R (2010): Unlocking the €53 billion savings from smart meters in the EU: How increasing the adoption of dynamic tariffs could make or break the EU's smart grid investment. Energy Policy 38(10):6222-6231.
- [6] Fraunhofer Institut für solare Energiesysteme ISE (2012), Studie Stromgestehungskosten erneuerbare Energien, S. 12.
- [7] Goingelectric.de (2012): Electric, Elektroauto Batterie: 40% mehr Kapazität, 30% Kosten in 2020. <http://www.goingelectric.de/2012/07/17/news/elektroauto-batterie-40-mehr-kapazitaet-30-kosten-in-2020/>. Abgerufen am 02.08.13.
- [8] Gungor, VC; Sahin, D; Kocak, T; Ergut, S; Buccella, C; Cecati, C; Hancke, GP (2011): Smart grid technologies: Communication technologies and standards. IEEE transactions on industrial informatics 7(4):529-539.
- [9] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design Science in Information Systems Research. Management Information Systems Quarterly 28(1):75-105.
- [10] Hevner, AR (2007): A Three Cycle View of Design Science Research. Scandinavian Journal of Information Systems 19(2).
- [11] March, ST; Smith, GS (1995): Design and Natural Science Research on Information Technology. Decision Support Systems 15(4):251-266.
- [12] Moslehi, K; Kumar, R (2010): A Reliability Perspective of the Smart Grid., IEEE Transactions on Smart Grid, 1(1):57-64.
- [13] Offermann, P; Levina, O; Schönherr, M; Bub, U (2009): Outline of a Design Science Research Process. In: Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technologies. Philadelphia.
- [14] Palvia, P; Midha, V; Pinjani, P (2006): Research Models in Information Systems. Communications of the Association for Information Systems 17(1):1042-1066.
- [15] Peffers, K; Tuunanen, T; Rothenberger, MA; Chatterjee, S (2008): A design science research methodology for information systems research. Journal of Management Information Systems 24(3):45-77.
- [16] Rickenberg, TA; Neumann, M; Hohler, B; Breitner, MH (2012): Towards a process-oriented approach to assessing, classifying and visualizing Enterprise Content Management with Document Maps, Proceedings of the 20th European Conference on Information Systems.

- 
- [17] Roland Berger Strategy Consultants & Prognos AG (2010): Wegweiser Solarwirtschaft: PV-Roadmap 2020.
- [18] Singh, A (2012), Smart Grid Architecture. Cancer Imaging.
- [19] Stromvergleich.de (2011): Der durchschnittliche Stromverbrauch pro Haushalt in Deutschland <http://www.stromvergleich.de/durchschnittlicher-stromverbrauch>. Abgerufen am 25.08.2013.
- [20] Verbong, G; Geels F; (2007): The ongoing energy transition: Lessons from a socio-technical, multi-level analysis of the Dutch electricity system(1960-2004). Energy Policy 35(2):1025-1037.
- [21] Wang, Z; Scaglione, A; Thomas, RJ (2010): Generating Statistically Correct Random Topologies for Testing Smart Grid Communication and Control Networks. IEEE Transactions on smart grid 1(1):28-39.
- [22] Watson, RT; Boudreau, MC; Chen, AJ (2010): Information systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the IS community. MIS Quarterly 34(1):23-38.
- [23] WES energy GmbH (2013): WES[pe], die Kleinwindkraftanlage. <http://www.al-sun.eu/Wespe.pdf>. Abgerufen am 30.08.2013.

# IWI Discussion Paper Series/Diskussionsbeiträge

ISSN 1612-3646

Michael H. Breitner, *Rufus Philip Isaacs and the Early Years of Differential Games*, 36 p., #1, January 22, 2003.

Gabriela Hoppe and Michael H. Breitner, *Classification and Sustainability Analysis of e-Learning Applications*, 26 p., #2, February 13, 2003.

Tobias Brüggemann und Michael H. Breitner, *Preisvergleichsdienste: Alternative Konzepte und Geschäftsmodelle*, 22 S., #3, 14. Februar, 2003.

Patrick Bartels and Michael H. Breitner, *Automatic Extraction of Derivative Prices from Webpages using a Software Agent*, 32 p., #4, May 20, 2003.

Michael H. Breitner and Oliver Kubertin, *WARRANT-PRO-2: A GUI-Software for Easy Evaluation, Design and Visualization of European Double-Barrier Options*, 35 p., #5, September 12, 2003.

Dorothee Bott, Gabriela Hoppe und Michael H. Breitner, *Nutzenanalyse im Rahmen der Evaluation von E-Learning Szenarien*, 14 S., #6, 21. Oktober, 2003.

Gabriela Hoppe and Michael H. Breitner, *Sustainable Business Models for E-Learning*, 20 p., #7, January 5, 2004.

Heiko Genath, Tobias Brüggemann und Michael H. Breitner, *Preisvergleichsdienste im internationalen Vergleich*, 40 S., #8, 21. Juni, 2004.

Dennis Bode und Michael H. Breitner, *Neues digitales BOS-Netz für Deutschland: Analyse der Probleme und mögliche Betriebskonzepte*, 21 S., #9, 5. Juli, 2004.

Caroline Neufert und Michael H. Breitner, *Mit Zertifizierungen in eine sicherere Informationsgesellschaft*, 19 S., #10, 5. Juli, 2004.

Marcel Heese, Günter Wohlers and Michael H. Breitner, *Privacy Protection against RFID Spying: Challenges and Countermeasures*, 22 p., #11, July 5, 2004.

Liina Stotz, Gabriela Hoppe und Michael H. Breitner, *Interaktives Mobile(M)-Learning auf kleinen End-geräten wie PDAs und Smartphones*, 31 S., #12, 18. August, 2004.

Frank Köller und Michael H. Breitner, *Optimierung von Warteschlangensystemen in Call Centern auf Basis von Kennzahlenapproximationen*, 24 S., #13, 10. Januar, 2005.

Phillip Maske, Patrick Bartels and Michael H. Breitner, *Interactive M(obile)-Learning with UbiLearn 0.2*, 21 p., #14, April 20, 2005.

Robert Pomes and Michael H. Breitner, *Strategic Management of Information Security in State-run Organizations*, 18 p., #15, May 5, 2005.

Simon König, Frank Köller and Michael H. Breitner, *FAUN 1.1 User Manual*, 134 p., #16, August 4, 2005.

Christian von Spreckelsen, Patrick Bartels und Michael H. Breitner, *Geschäftsprozessorientierte Analyse und Bewertung der Potentiale des Nomadic Computing*, 38 S., #17, 14. Dezember, 2006.

Stefan Hoyer, Robert Pomes, Günter Wohlers und Michael H. Breitner, *Kritische Erfolgsfaktoren für ein Computer Emergency Response Team (CERT) am Beispiel CERT-Niedersachsen*, 56 S., #18, 14. Dezember, 2006.

Christian Zietz, Karsten Sohns und Michael H. Breitner, *Konvergenz von Lern-, Wissens- und Personalmanagementssystemen: Anforderungen an Instrumente für integrierte Systeme*, 15 S., #19, 14. Dezember, 2006.

Christian Zietz und Michael H. Breitner, *Expertenbefragung „Portalbasiertes Wissensmanagement“: Ausgewählte Ergebnisse*, 30 S., #20, 5. Februar, 2008.

Harald Schömburg und Michael H. Breitner, *Elektronische Rechnungsstellung: Prozesse, Einsparpotentiale und kritische Erfolgsfaktoren*, 36 S., #21, 5. Februar, 2008.

- Halyna Zakhariya, Frank Köller und Michael H. Breitner, *Personaleinsatzplanung im Echtzeitbetrieb in Call Centern mit Künstlichen Neuronalen Netzen*, 35 S., #22, 5. Februar, 2008.
- Jörg Uffen, Robert Pomes, Claudia M. König und Michael H. Breitner, *Entwicklung von Security Awareness Konzepten unter Berücksichtigung ausgewählter Menschenbilder*, 14 S., #23, 5. Mai, 2008.
- Johanna Mählmann, Michael H. Breitner und Klaus-Werner Hartmann, *Konzept eines Centers der Informationslogistik im Kontext der Industrialisierung von Finanzdienstleistungen*, 19 S., #24, 5. Mai, 2008.
- Jon Sprenger, Christian Zietz und Michael H. Breitner, *Kritische Erfolgsfaktoren für die Einführung und Nutzung von Portalen zum Wissensmanagement*, 44 S., #25, 20. August, 2008.
- Finn Breuer und Michael H. Breitner, *„Aufzeichnung und Podcasting akademischer Veranstaltungen in der Region D-A-CH“: Ausgewählte Ergebnisse und Benchmark einer Expertenbefragung*, 30 S., #26, 21. August, 2008.
- Harald Schömburg, Gerrit Hoppen und Michael H. Breitner, *Expertenbefragung zur Rechnungseingangsbearbeitung: Status quo und Akzeptanz der elektronischen Rechnung*, 40 S., #27, 15. Oktober, 2008.
- Hans-Jörg von Mettenheim, Matthias Paul und Michael H. Breitner, *Akzeptanz von Sicherheitsmaßnahmen: Modellierung, Numerische Simulation und Optimierung*, 30 S., #28, 16. Oktober, 2008.
- Markus Neumann, Bernd Hohler und Michael H. Breitner, *Bestimmung der IT-Effektivität und IT-Effizienz serviceorientierten IT-Managements*, 20 S., #29, 30. November, 2008.
- Matthias Kehlenbeck und Michael H. Breitner, *Strukturierte Literaturrecherche und -klassifizierung zu den Forschungsgebieten Business Intelligence und Data Warehousing*, 10 S., #30, 19. Dezember, 2009.
- Michael H. Breitner, Matthias Kehlenbeck, Marc Klages, Harald Schömburg, Jon Sprenger, Jos Töller und Halyna Zakhariya, *Aspekte der Wirtschaftsinformatikforschung 2008*, 128 S., #31, 12. Februar, 2009.
- Sebastian Schmidt, Hans-Jörg v. Mettenheim und Michael H. Breitner, *Entwicklung des Hannoveraner Referenzmodells für Sicherheit und Evaluation an Fallbeispielen*, 30 S., #32, 18. Februar, 2009.
- Sissi Eklun-Natey, Karsten Sohns und Michael H. Breitner, *Building-up Human Capital in Senegal - E-Learning for School drop-outs, Possibilities of Lifelong Learning Vision*, 39 p., #33, July 1, 2009.
- Horst-Oliver Hofmann, Hans-Jörg von Mettenheim und Michael H. Breitner, *Prognose und Handel von Derivaten auf Strom mit Künstlichen Neuronalen Netzen*, 34 S., #34, 11. September, 2009.
- Christoph Polus, Hans-Jörg von Mettenheim und Michael H. Breitner, *Prognose und Handel von Öl-Future-Spreads durch Multi-Layer-Perceptrons und High-Order-Neuronale Netze mit Faun 1.1*, 55 S., #35, 18. September, 2009.
- Jörg Uffen und Michael H. Breitner, *Stärkung des IT-Sicherheitsbewusstseins unter Berücksichtigung psychologischer und pädagogischer Merkmale*, 37 S., #36, 24. Oktober, 2009.
- Christian Fischer und Michael H. Breitner, *MaschinenMenschen – reine Science Fiction oder bald Realität?*, 36 S., #37, 13. Dezember, 2009.
- Tim Rickenberg, Hans-Jörg von Mettenheim und Michael H. Breitner, *Plattformabhängiges Softwareengineering eines Transportmodells zur ganzheitlichen Disposition von Strecken- und Flächenverkehren*, 38 S., #38, 11. Januar, 2010.
- Björn Semmelhaack, Jon Sprenger und Michael H. Breitner, *Ein ganzheitliches Konzept für Informationssicherheit unter besonderer Berücksichtigung des Schwachpunktes Mensch*, 56 S., #39, 03. Februar, 2009.
- Markus Neumann, Achim Plückerbaum, Jörg Uffen und Michael H. Breitner, *Aspekte der Wirtschaftsinformatikforschung 2009*, 70 S., #40, 12. Februar, 2010.
- Markus Neumann, Bernd Hohler und Michael H. Breitner, *Wertbeitrag interner IT – Theoretische Einordnung und empirische Ergebnisse*, 38 S., #41, 31. Mai, 2010.

- Daniel Wenzel, Karsten Sohns und Michael H. Breitner, *Open Innovation 2.5: Trendforschung mit Social Network Analysis*, 46 S., #42, 1. Juni, 2010.
- Naum Neuhaus, Karsten Sohns und Michael H. Breitner, *Analyse der Potenziale betrieblicher Anwendungen des Web Content Mining*, 44 S., #43, 8. Juni, 2010.
- Ina Friedrich, Jon Sprenger and Michael H. Breitner, *Discussion of a CRM System Selection Approach with Experts: Selected Results from an Empirical Study*, 22 p., #44, November 15, 2010.
- Jan Bührig, Angelica Cuylen, Britta Ebeling, Christian Fischer, Nadine Guhr, Eva Hagenmeier, Stefan Hoyer, Cornelius Köpp, Lubov Lechtchinskaia, Johanna Mählmann und Michael H. Breitner, *Aspekte der Wirtschaftsinformatikforschung 2010*, 202 S., #45, 3. Januar, 2011.
- Philipp Maske und Michael H. Breitner, *Expertenbefragung: Integrierte, interdisziplinäre Entwicklung von M(obile)-Learning Applikationen*, 42 S., #46, 28. Februar, 2011.
- Christian Zietz, Jon Sprenger and Michael H. Breitner, *Critical Success Factors of Portal-Based Knowledge Management*, 18 p., #47, May 4, 2011.
- Hans-Jörg von Mettenheim, Cornelius Köpp, Hannes Munzel und Michael H. Breitner, *Integrierte Projekt- und Risikomanagementunterstützung der Projektfinanzierung von Offshore-Windparks*, 18 S., #48, 22. September, 2011.
- Christoph Meyer, Jörg Uffen and Michael H. Breitner, *Discussion of an IT-Governance Implementation Project Model Using COBIT and Val IT*, 18 p., #49, September 22, 2011.
- Michael H. Breitner, *Beiträge zur Transformation des Energiesystems 2012*, 31 S., #50, 12. Februar, 2012.
- Angelica Cuylen und Michael H. Breitner, *Anforderungen und Herausforderungen der elektronischen Rechnungsabwicklung: Expertenbefragung und Handlungsempfehlungen*, 50 S., #51, 05. Mai, 2012
- Helge Holzmann, Kim Lana Köhler, Sören C. Meyer, Marvin Osterwold, Maria-Isabella Eickenjäger und Michael H. Breitner, *Plinc. Facilitates linking. – Ein Accenture Campus Challenge 2012 Projekt*, 98 p, #52, 20. August, 2012
- André Koukal und Michael H. Breitner, *Projektfinanzierung und Risikomanagement Projektfinanzierung und Risikomanagement von Offshore-Windparks in Deutschland*, 40 S., #54, 31. August, 2012
- Halyna Zakhariya, Lubov Kosch und Michael H. Breitner, *Concept for a Multi-Criteria Decision Support Framework for Customer Relationship Management System Selection*, 14 S. #55, 22. Juli, 2013
- Tamara Rebecca Simon, Nadine Guhr, *User Acceptance of Mobile Services to Support and Enable Car Sharing: A First Empirical Study*, 19 S., #56, 1. August, 2013
- Tim A. Rickenberg, Hans-Jörg von Mettenheim und Michael H. Breitner, *Design and implementation of a decision support system for complex scheduling of tests on prototypes*, 6 p. #57, 19. August, 2013
- Angelica Cuylen, Lubov Kosch, Valentina, Böhm und Michael H. Breitner, *Initial Design of a Maturity Model for Electronic Invoice Processes*, 12 p., #58, 30. August, 2013
- André Voß, André Koukal und Michael H. Breitner, *Revenue Model for Virtual Clusters within Smart Grids*, 12 p., #59, 20. September, 2013
- Benjamin Küster, André Koukal und Michael H. Breitner, *Towards an Allocation of Revenues in Virtual Clusters within Smart Grids*, 12 p., #60, 30. September, 2013
- My Linh Truong, Angelica Cuylen und Michael H. Breitner, *Explorative Referenzmodellierung interner Kontrollverfahren für elektronische Rechnungen*, 30 S., #61, 1. Dezember, 2013
- Cary Edwards, Tim Rickenberg und Michael H. Breitner, *Innovation Management: How to drive Innovation through IT – A conceptual Mode*, 34 p., #62, 29. November, 2013

